

US

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 9月30日

出願番号

Application Number:

特願2002-285923

[ST.10/C]:

[JP2002-285923]

出願人

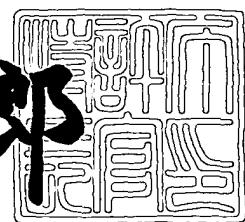
Applicant(s):

トヨタ自動車株式会社

2003年 6月20日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3048588

【書類名】 特許願  
【整理番号】 02-02744Z  
【提出日】 平成14年 9月30日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 F02D 29/02  
F02N 11/08  
【発明の名称】 内燃機関の始動制御装置  
【請求項の数】 2  
【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
【氏名】 日下 康  
【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
【氏名】 片岡 順二  
【特許出願人】  
【識別番号】 000003207  
【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100089244  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 遠山 勉  
【連絡先】 03-3669-6571  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100090516  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 松倉 秀実  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100098268  
【弁理士】

【氏名又は名称】 永田 豊

【選任した代理人】

【識別番号】 100100549

【弁理士】

【氏名又は名称】 川口 嘉之

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012092

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の始動制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の機関出力軸を回転駆動する電動機と、

前記内燃機関の始動時に前記機関出力軸を所定角度逆回転させた後に正回転させるべく前記電動機を制御するクランキング制御手段と、

前記電動機が逆回転するときに膨張行程となる気筒において燃料を燃焼させる第1の燃焼制御手段と、

を備えることを特徴とする内燃機関の始動制御装置。

【請求項2】 前記電動機が逆回転しているときに吸気行程にある気筒の吸気弁及び排気弁を閉弁させるとともに、該気筒において燃料を燃焼させる第2の燃焼制御手段を更に備えることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の始動制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、自動車などに搭載される内燃機関に関し、特に内燃機関の始動を制御する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、内燃機関の始動時にクランクシャフトを回転駆動（クランキング）させる手段としては電動機が一般的である。このような電動機は気筒内のガス圧縮力や内燃機関各部のフリクションに抗してクランクシャフトを回転駆動させる必要があるため、電動機の定格及び消費電力が大きくなり易い。

【0003】

特に、車両の停止期間中に内燃機関の運転を自動的に停止させるシステム（所謂、アイドルストップシステム）では、運転者の発進要求に対して即座に内燃機関を始動させる必要があるため、電動機に係る負荷が増大し、以て電動機の定格及び消費電力が一層大きくなることが懸念される。

【0004】

これに対し、クランкиング開始前にクランクシャフトを一旦逆回転させるべく電動機を作動させ、その際に発生するガス圧縮力をクランкиングに利用することにより、電動機に係る負荷を低減させようとする技術が提案されている（例えば、特許文献1を参照。）。

【0005】

【特許文献1】

特開平6-64451号公報

【発明が解決しようとする課題】

ところで、前述した従来の技術では、内燃機関の気筒内に残存するガス量が少ない場合や気筒内の温度が低い場合等にガス圧縮力が高まり難くなるため、電動機の負荷を十分に低減することができなくなる虞がある。

【0006】

本発明は、上記したような問題に鑑みてなされたものであり、内燃機関の始動時における電動機の負荷を効果的に低減可能な技術を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記した課題を解決するために以下のよう手段を採用した。すなわち、本発明に係る内燃機関の始動制御装置は、

内燃機関の機関出力軸を回転駆動する電動機と、

前記内燃機関の始動時に前記機関出力軸を所定角度逆回転させた後に正回転させるべく前記電動機を制御するクランкиング制御手段と、

前記電動機が逆回転するときに膨張行程となる気筒において燃料を燃焼させる第1の燃焼制御手段と、

を備えることを特徴とする内燃機関の始動制御装置。

【0008】

本発明は、内燃機関の始動時に機関出力軸を所定角度逆回転させた後に正回転によるクランкиングを開始する内燃機関の始動制御装置において、機関出力軸が

逆回転するときに膨張行程となる気筒で燃料を燃焼させることにより、その際に発生する燃焼圧力をクランクギングに利用することを最大の特徴としている。

## 【0009】

かかる内燃機関の始動制御装置では、内燃機関の始動時に、クランクギング制御手段が機関出力軸を逆回転させた後に正回転させるよう電動機を制御する。

## 【0010】

機関出力軸が逆回転させられたときに膨張行程となる気筒では、筒内のガスが圧縮されるため、機関出力軸の逆回転に抗するガス圧縮力が発生することになる。更に、前記した気筒内は、ガスの圧縮によって温度が上昇するため、燃料を燃焼可能な雰囲気となる。そこで、第1の燃焼制御手段は、前記した気筒において燃料を燃焼させる。

## 【0011】

この場合、ガス圧縮力に加え、燃料の燃焼によって発生した圧力（燃焼圧力）が前記機関出力軸を正回転させるよう作用することになる。

## 【0012】

従って、機関出力軸が逆回転から正回転へ移行した際には、上記したガス圧縮力と燃焼圧力とが機関出力軸を正回転させるよう作用することとなり、電動機が機関出力軸を正回転させる際に必要となるトルクが低減される。

## 【0013】

ここで、本発明に係る内燃機関が圧縮着火式の内燃機関である場合には、燃焼制御手段は、機関出力軸が逆回転するときに膨張行程となる気筒について、機関出力軸が逆回転から正回転へ移行する時期に燃料噴射弁を作動させることにより、該気筒において燃料を燃焼させるようにしてもよい。

## 【0014】

その際、クランクギング制御手段は、前記気筒が膨張行程上死点近傍となるまで電動機を逆回転させ、前記気筒が膨張行程上死点を越える前に電動機を正回転させるようにすることが好ましい。

## 【0015】

また、本発明に係る内燃機関が火花点火式の内燃機関である場合には、燃焼制

御手段は、機関出力軸が逆回転するときに膨張行程となる気筒について、機関出力軸が逆回転しているときに燃料噴射弁を作動させ、次いで機関出力軸が逆回転から正回転へ移行する時期に点火栓を作動させることにより、該気筒において燃料を燃焼させるようにしてもよい。

## 【0016】

本発明に係る内燃機関の始動制御装置は、電動機が逆回転させられているときに吸気行程にある気筒の吸気弁及び排気弁を閉弁させるとともに、該気筒において燃料を燃焼させる第2の燃焼制御手段を更に備えるようにしてもよい。

## 【0017】

電動機が逆回転しているときに吸気行程にある気筒において吸気弁及び排気弁が閉弁すると、吸気行程中の気筒であっても筒内のガスが圧縮されるようになるため、吸気行程中の気筒において機関出力軸の逆回転に抗するガス圧縮力が発生するとともに燃料が燃焼可能な雰囲気となる。

## 【0018】

そこで、電動機が逆回転から正回転へ移行するときに吸気行程中の気筒で燃料が燃焼されるようにすれば、その気筒で発生するガス圧縮力と燃焼圧力とが機関出力軸を正回転させるよう作用するようになる。

## 【0019】

この結果、機関出力軸が逆回転から正回転へ移行する際には、膨張行程の気筒で発生したガス圧縮力と燃焼圧力とに加え、吸気行程の気筒で発生したガス圧縮力と燃焼圧力とが機関出力軸を正回転させるよう作用することとなり、電動機が機関出力軸を正回転させる際に必要となるトルクが一層低減される。

## 【0020】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る内燃機関の始動制御装置の具体的な実施の形態について図面に基づいて説明する。

## 【0021】

## &lt;実施の形態1&gt;

先ず、本発明に係る内燃機関の始動制御装置の第1の実施の形態について図1

～図4に基づいて説明する。

【0022】

図1は、本発明を適用する内燃機関の概略構成を示す図である。

【0023】

図1に示す内燃機関1は、4つの気筒2が直列に配置された4ストローク・サイクルのガソリン機関である。

【0024】

内燃機関1の各気筒2には、吸気弁3及び排気弁4に加え、点火栓5と燃料噴射弁6とが設けられている。内燃機関1には、吸気通路7と排気通路8が接続されている。更に、内燃機関1には、機関出力軸（クランクシャフト）10が所定角度（例えば、10°）回転する度にパルス信号を出力するクランクポジションセンサ9が取り付けられている。

【0025】

内燃機関1のクランクシャフト10にはクランクブーリ11が取り付けられている。このクランクブーリ11は、モータジェネレータ100のモータシャフト101に取り付けられたモータブーリ102とベルト200を介して連結され、クランクシャフト10とモータシャフト101との間で動力を伝達することが可能となっている。

【0026】

モータジェネレータ100は、クランクシャフト10の回転方向と同方向（正転方向）へ回転可能であるとともに、クランクシャフト10の回転方向と逆方向（逆転方向）へも回転可能となるよう構成されている。

【0027】

このように構成された内燃機関1には、内燃機関1及びモータジェネレータ100を制御するための電子制御ユニット（ECU：Electronic Control Unit）12が併設されている。ECU12は、CPU、ROM、RAM、バックアップRAM等から構成される算術論理演算回路である。

【0028】

ECU12には、前述したクランクポジションセンサ9に加え、スタータスイ

ッチ13、車速センサ14、及びブレーキスイッチ15が電気的に接続され、それらの出力信号がECU12へ入力されるようになっている。

【0029】

更に、ECU12には前述した点火栓5、燃料噴射弁6、及びモータジェネレータ100が電気的に接続され、ECU12が点火栓5、燃料噴射弁6、及びモータジェネレータ100を制御することが可能となっている。

【0030】

例えば、ECU12は、内燃機関1が運転状態にあり且つ車両の電気負荷が所定値より高いとき、内燃機関1が運転状態にあり且つ図示しないバッテリの蓄電量が所定量以下となったとき、或いは、内燃機関1が減速運転状態にあるとき等に、モータジェネレータ100をジェネレータとして作動させる。

【0031】

この場合、クランクシャフト10の回転トルクがクランクプーリ11、ベルト200、及びモータプーリ102を介してモータシャフト101へ伝達され、モータシャフト101が回転運動する。モータジェネレータ100は、モータシャフト101の運動エネルギーを電気エネルギーに変換することにより発電を行う。

【0032】

また、ECU12は、内燃機関1の始動時に、モータジェネレータ100をモータとして作動させる。

【0033】

この場合、モータジェネレータ100がモータシャフト101を回転駆動することにより、モータシャフト101の回転トルクがモータプーリ102、ベルト200、及びクランクプーリ11を介してクランクシャフト10へ伝達され、以てクランクシャフト10が回転する、所謂クランкиングが行われるようになる。

【0034】

次に、内燃機関1が運転状態にあるときにブレーキスイッチ15の出力信号がオンとなり且つ車速センサ14の出力信号が“0”になると、言い換えれば、内燃機関1が運転状態にあるときに車両が停止状態になると、ECU12は、点火栓5及び燃料噴射弁6の作動を一時的に停止させることにより、内燃機関1の運

転を一時的に停止させる。

【0035】

その後、ブレーキスイッチ15の出力信号がオンからオフへ切り換わると、ECU12は、モータジェネレータ100をモータとして作動させるとともに点火栓5及び燃料噴射弁6を作動させることにより、内燃機関1を始動させ、以て内燃機関1の運転を再開させる。

【0036】

ところで、上記したように内燃機関1の始動と停止が自動的に切り換えられる場合には、ブレーキスイッチ15の出力信号がオンからオフへ切り換えられた時点で、内燃機関1を速やかに始動させる必要がある。

【0037】

しかしながら、内燃機関1を始動する場合には、モータジェネレータ100は、内燃機関1のガス圧縮力やフリクション等に抗してクランクシャフト10を回転させる必要があるため、内燃機関1を短時間に且つ確実に始動させるにはモータジェネレータ100の定格及び消費電力が大きくなってしまう虞がある。

【0038】

これに対し、本実施の形態に係る内燃機関の始動制御装置では、ECU12は、内燃機関1を始動させる際に以下に述べるような始動制御を実行するようにした。ここでは、内燃機関1の点火順序が1番気筒2→3番気筒2→4番気筒2→2番気筒2となり、且つ、1番気筒2が圧縮上死点にあるときにクランクシャフト10の回転角度（以下、クランク角度と称する）が0°（720°）となる場合を例に挙げて説明する。

【0039】

本実施の形態における始動制御では、ECU12は、モータジェネレータ100を一旦逆回転させた後に正回転させるとともに、モータジェネレータ100の逆回転時に膨張行程となる気筒2（以下、逆転時膨張行程気筒2と称する）において燃料を燃焼させるようにした。

【0040】

具体的には、ECU12は、先ず、内燃機関1の運転が停止される時、より詳

細にはクランクシャフト10の回転が停止した時のクランク角度（以下、機関停止時クランク角度と称する）をバックアップRAMに記憶させる。続いて、ECU12は、内燃機関1の次回の始動時にバックアップRAMから機関停止時クランク角度を読み出し、その機関停止時クランク角度に基づいて逆転時膨張行程気筒2を判別する。

#### 【0041】

ここで、内燃機関1では、図2に示すように、クランク角度が $0^\circ \sim 180^\circ$ の範囲内にあるときに1番気筒2が膨張行程となり、クランク角度が $180^\circ \sim 360^\circ$ の範囲内にあるときに3番気筒2が膨張行程となり、クランク角度が $360^\circ \sim 540^\circ$ の範囲内にあるときに4番気筒2が膨張行程となり、クランク角度が $540^\circ \sim 720^\circ$ の範囲内にあるときに2番気筒2が膨張行程となる。

#### 【0042】

従って、ECU12は、機関停止時クランク角度が $0^\circ \sim 180^\circ$ の範囲内にある場合には1番気筒2が逆転時膨張行程気筒2であると判定し、機関停止時クランク角度が $180^\circ \sim 360^\circ$ の範囲内にある場合には3番気筒2が逆転時膨張行程気筒2であると判定し、機関停止時クランク角度が $360^\circ \sim 540^\circ$ の範囲内にある場合には4番気筒2が逆転時膨張行程気筒2であると判定し、機関停止時クランク角度が $540^\circ \sim 720^\circ$ の範囲内にある場合には2番気筒2が逆転時膨張行程気筒2であると判定することができる。

#### 【0043】

次に、ECU12は、機関停止時クランク角度から逆転時膨張行程気筒2の膨張行程上死点（言い換れば、圧縮行程上死点）を示すクランク角度までの範囲内でクランクシャフト10を逆回転させるべくモータジェネレータ100を制御するとともに、逆転時膨張行程気筒2の燃料噴射弁6を作動させる。

#### 【0044】

例えば、逆転時膨張行程気筒2が1番気筒2である場合には、ECU12は、図3に示すように、機関停止時クランク角度：Pcaから1番気筒2の膨張行程上死点を示すクランク角度（ $= 0^\circ$ ）までの範囲内でクランクシャフト10を逆回転させるべくモータジェネレータ100を制御するとともに、1番気筒2の燃料

噴射弁6を作動させる。

【0045】

この場合、1番気筒2の図示しないピストンは、始動時の停止位置（図中のピストン停止位置：Ps）から膨張行程上死点（図中のTDC）まで上昇することになるため、1番気筒2内に残留していたガスと燃料噴射弁6から噴射された燃料とが混ざり合いつつ圧縮されることになる。

【0046】

この結果、1番気筒2内にはクランクシャフト10の逆回転に抗するガス圧縮力が発生する。更に、1番気筒2内にガスと燃料との混合気が形成されるとともに、その混合気が圧縮によって昇温するため、1番気筒2内が可燃性の高い雰囲気となる。

【0047】

更に、ECU12は、クランクシャフト10が膨張行程上死点の直前まで逆回転したとき、例えば、クランク角度が上死点前10°～20°（クランクシャフト10が正回転しているときの上死点後10°～20°に相当するクランク角度）となったときに、クランクシャフト10を正回転させるべくモータジェネレータ100を制御するとともに、逆転時膨張行程気筒2の点火栓5を作動させる。

【0048】

この場合、クランクシャフト10が逆回転から正回転へ移行するとともに、逆転時膨張行程気筒2において混合気が燃焼することになる。

【0049】

この結果、逆転時膨張行程気筒2内では、前述したガス圧縮力に加えて混合気の燃焼圧力が発生することとなり、それらガス圧縮力と燃焼圧力とがクランクシャフト10を正回転させるべく作用することとなる。

【0050】

依って、モータジェネレータ100がクランクシャフト10を正回転させる際には、上記したガス圧縮力と燃焼圧力とが機関出力軸を正回転させるよう作用するため、モータジェネレータ100が内燃機関1のクランкиングを行う上で必要となるトルクが低減される。

## 【0051】

以下、本実施の形態における始動制御について図4に沿って説明する。

## 【0052】

図4は、始動制御ルーチンを示すフローチャート図である。前記始動制御ルーチンは予めECU12のROMに記憶されているルーチンであり、内燃機関1の始動時にECU12が実行するルーチンである。

## 【0053】

始動制御ルーチンでは、ECU12は、先ずS401において、内燃機関1の始動要求が発生したか否かを判別する。前記した始動要求としては、例えば、スタータスイッチ13のオフからオンへの切り換え、或いは、ブレーキスイッチ15のオンからオフへの切り換え等を例示することができる。

## 【0054】

前記S401において内燃機関1の始動要求が発生していないと判定された場合は、ECU12は、本ルーチンの実行を終了する。

## 【0055】

一方、前記S401において内燃機関1の始動要求が発生していると判定された場合は、ECU12は、S402へ進む。

## 【0056】

S402では、ECU12は、バックアップRAMから機関停止時クランク角度：Pcaを読み出す。

## 【0057】

S403では、ECU12は、前記S402において読み出された機関停止時クランク角度：Pcaに基づいて逆転時膨張行程気筒2を判別する。具体的には、ECU12は、前記機関停止時クランク角度：Pcaが $0^\circ \sim 180^\circ$ の範囲内にあれば1番気筒2が逆転時膨張行程気筒2であると判定し、機関停止時クランク角度が $180^\circ \sim 360^\circ$ の範囲内にあれば3番気筒2が逆転時膨張行程気筒2であると判定し、機関停止時クランク角度が $360^\circ \sim 540^\circ$ の範囲内にあれば4番気筒2が逆転時膨張行程気筒2であると判定し、機関停止時クランク角度：Pcaが $540^\circ \sim 720^\circ$ の範囲内にあれば2番気筒2が逆転時膨張行程気筒

2であると判定する。

【0058】

S404では、ECU12は、モータジェネレータ100を逆回転させることによりクランクシャフト10を逆回転させる。

【0059】

S405では、ECU12は、逆転時膨張行程気筒2の燃料噴射弁6を作動させる。

【0060】

S406では、ECU12は、前記S402で読み込まれた機関停止時クランク角度:Pcaとクランクポジションセンサ9の出力信号とに基づいて現時点におけるクランク角度を演算する。例えば、クランクシャフト10が所定角度回転する度にパルス信号を出力するようにクランクポジションセンサ9が構成されている場合には、ECU12は、モータジェネレータ100の逆回転開始時から現時点までにクランクポジションセンサ9がパルス信号を出力した回数と前記所定角度とを乗算し、その乗算結果(=所定角度×回数)を機関停止時クランク角度:Pcaから減算することによって現時点におけるクランク角度を求めることができる。

【0061】

S407では、ECU12は、前記S406において算出されたクランク角度が所定角度に達しているか否かを判別する。ここで、前記した所定角度は、逆転時膨張行程気筒2の膨張行程上死点直前を示すクランク角度であり、例えば、逆転時膨張行程気筒2の膨張行程上死点前10°～20°(クランクシャフト10が正回転しているときの膨張行程上死点後10°～20°に相当する角度)に設定される。

【0062】

前記S407において現時点のクランク角度が所定角度に達していないと判定された場合は、ECU12は、前記したS406～S407の処理を再度実行することになる。

【0063】

一方、前記S407において現時点のクランク角度が所定角度に達していると判定された場合は、ECU12は、S408へ進み、逆転時膨張行程気筒2の点火栓5を作動させる。

## 【0064】

続いて、ECU12は、S409においてモータジェネレータ100の回転方向を逆回転方向から正回転方向へ切り換えることにより、クランクシャフト10の回転を逆回転から正回転へ移行させる。

## 【0065】

S410では、ECU12は、通常の始動処理を開始する。すなわち、ECU13は、通常の始動時と同様に点火栓5及び燃料噴射弁6を作動させる。

## 【0066】

このようにECU12が始動制御ルーチンを実行することにより、内燃機関1の始動時には、クランクシャフト10が逆回転させられた後に正回転させられるとともに逆転時膨張行程気筒2において燃料が燃焼することになるため、逆転時膨張行程気筒2内のガス圧縮力と燃焼圧力とがクランクシャフト10を正回転させるよう作用することとなる。

## 【0067】

この結果、モータジェネレータ100がクランクシャフト10を正回転させる際に必要となるトルクが低減され、モータジェネレータ100の定格を大きくすることなく内燃機関1を短時間で確実に始動させることが可能となる。

## 【0068】

## &lt;実施の形態2&gt;

次に、本発明に係る内燃機関の始動制御装置の第2の実施の形態について図5～図8に基づいて説明する。ここでは、前述した第1の実施の形態と異なる構成について説明し、同様の構成については説明を省略するものとする。

## 【0069】

前述した第1の実施の形態と本実施の形態との相違点は、前述した第1の実施の形態ではクランクシャフト10の逆回転時に膨張行程となる気筒2において燃料を燃焼させるのに対し、本実施の形態ではクランクシャフト10の逆回転時に

膨張行程となる気筒2に加え、吸気行程となる気筒2についても燃料を燃焼させる点にある。

## 【0070】

本実施の形態に係る内燃機関1は、図5に示すように、吸気弁3及び排気弁4の開閉時期を変更する可変動弁機構16を備えている。この可変動弁機構16は、ECU12と電気的に接続され、ECU12からの信号に従って吸気弁3及び排気弁4の開閉時期を変更する。

## 【0071】

本実施の形態における始動制御では、ECU12は、内燃機関1の始動時に、機関停止時クランク角度:Pcaに基づいて、モータジェネレータ100が逆回転するときに膨張行程となる気筒2（逆転時膨張行程気筒2）と吸気行程となる気筒2（以下、逆転時吸気行程気筒2と称する）とを判別する。

## 【0072】

ここで、図6に示すように、クランク角度が $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ の範囲内にあるときは1番気筒2が膨張行程になると同時に4番気筒2が吸気行程となり、クランク角度が $180^{\circ} \sim 360^{\circ}$ の範囲内にあるときは3番気筒2が膨張行程になると同時に2番気筒2が吸気行程となり、クランク角度が $360^{\circ} \sim 540^{\circ}$ の範囲内にあるときは4番気筒2が膨張行程になると同時に1番気筒2が吸気行程となり、クランク角度が $540^{\circ} \sim 720^{\circ}$ の範囲内にあるときには2番気筒2が膨張行程になると同時に3番気筒2が吸気行程となる。

## 【0073】

従って、ECU12は、機関停止時クランク角度が $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ の範囲内にある場合には1番気筒2が逆転時膨張行程気筒2であり且つ4番気筒2が逆転時吸気行程気筒2であると判定し、機関停止時クランク角度が $180^{\circ} \sim 360^{\circ}$ の範囲内にある場合には3番気筒2が逆転時膨張行程気筒2であり且つ2番気筒2が逆転時吸気行程気筒2であると判定し、機関停止時クランク角度が $360^{\circ} \sim 540^{\circ}$ の範囲内にある場合には4番気筒2が逆転時膨張行程気筒2であり且つ1番気筒2が逆転時吸気行程気筒2であると判定し、機関停止時クランク角度が $540^{\circ} \sim 720^{\circ}$ の範囲内にある場合には2番気筒2が逆転時膨張行程気筒

2であり且つ3番気筒2が逆転時吸気行程気筒2であると判定することができる。

【0074】

次に、ECU12は、機関停止時クランク角度から逆転時膨張行程気筒2の膨張行程上死点を示すクランク角度までの範囲内、又は、機関停止時クランク角度から逆転時吸気行程気筒2の吸気行程上死点を示すクランク角度までの範囲内で、クランクシャフト10を逆回転させるべくモータジェネレータ100を制御する。

【0075】

尚、本実施の形態における内燃機関1では、逆転時膨張行程気筒2の膨張行程上死点と逆転時吸気行程気筒2の吸気行程上死点とが同一のクランク角度となるため、以下では、逆転時膨張行程気筒2の膨張行程上死点と逆転時吸気行程気筒2の吸気行程上死点とを逆転時共通上死点と称するものとする。

【0076】

例えば、逆転時膨張行程気筒2が1番気筒2であり且つ逆転時吸気行程気筒2が4番気筒2である場合には、ECU12は、図7に示すように、機関停止時クランク角度:Pcaから逆転時共通上死点を示すクランク角度(=0°)までの範囲内でクランクシャフト10を逆回転させるべくモータジェネレータ100を制御する。

【0077】

この場合、1番気筒2の図示しないピストンが始動時の停止位置(図中のピストン停止位置:Ps1)から膨張行程上死点(図中のTDC)まで上昇するとともに、4番気筒2の図示しないピストンが始動時の停止位置(図中のピストン停止位置:Ps2)から吸気行程上死点(図中のTDC)まで上昇することになる。

【0078】

ところで、逆転時膨張行程気筒2の気筒2では吸気弁3及び排気弁4が閉弁した状態でピストンが上昇動作するため、逆転時膨張行程気筒2内のガスが圧縮されてガス圧縮力を発生することになるが、逆転時吸気行程気筒2では少なくとも吸気弁3が開弁した状態でピストンが上昇動作するため、逆転時吸気行程気筒2

内のガスが圧縮されずに吸気通路7へ逆流してしまうことになる。

【0079】

これに対し、ECU12は、図8に示すように、排気弁4の閉弁時期を吸気行程上死点（図中のTDC）前に進角させ、且つ、吸気弁3の開弁時期を最遅角させ  
るべく可変動弁機構16を制御する。

【0080】

この場合、吸気行程上死点（TDC）と吸気弁3の開弁時期との間の期間：tでは、吸気弁3及び排気弁4が閉弁した状態となる。その結果、前記した期間：tにおいて逆転時吸気行程気筒2内のガスが圧縮されてガス圧縮力を発生するようになる。

【0081】

更に、ECU12は、クランクシャフト10の逆回転時に前記逆転時膨張行程気筒2と前記逆転時吸気行程気筒2の燃料噴射弁6を作動させる。尚、逆転時吸気行程気筒2については、前記した期間：t内に燃料噴射弁6を作動させることが好ましい。

【0082】

クランクシャフト10の逆回転時に逆転時膨張行程気筒2と逆転時吸気行程気筒2の燃料噴射弁6が作動させられると、逆転時吸气行程気筒2及び逆転時吸气行程気筒2においてガスと燃料とが圧縮されて可燃性の高い混合気を形成する。

【0083】

ECU12は、クランクシャフト10が逆転時共通上死点の直前まで逆回転したとき、例えば、クランク角度が逆転時共通上死点前10°～20°（クランクシャフト10が正回転しているときの上死点後10°～20°に相当するクランク角度）となったときに、クランクシャフト10を正回転させるべくモータジェネレータ100を制御するとともに、逆転時膨張行程気筒2及び逆転時吸气行程気筒2の点火栓5を作動させる。

【0084】

この場合、クランクシャフト10が逆回転から正回転へ移行するとともに、逆転時膨張行程気筒2及び逆転時吸气行程気筒2において混合気が燃焼することに

なる。

【0085】

この結果、逆転時膨張行程気筒2内と逆転時吸気行程気筒2内には、ガス圧縮力に加えて混合気の燃焼圧力が発生することとなり、それらガス圧縮力と燃焼圧力とがクランクシャフト10を正回転させるべく作用することとなる。

【0086】

依って、モータジェネレータ100がクランクシャフト10を正回転させる際には、上記したガス圧縮力と燃焼圧力とが機関出力軸を正回転させるよう作用するため、モータジェネレータ100が内燃機関1のクランкиングを行う上で必要となるトルクが低減される。

【0087】

以下、本実施の形態における始動制御について図9に沿って説明する。

【0088】

図9は、始動制御ルーチンを示すフローチャート図である。前記始動制御ルーチンは予めECU12のROMに記憶されているルーチンであり、内燃機関1の始動時にECU12が実行するルーチンである。

【0089】

始動制御ルーチンでは、ECU12は、先ずS901において、内燃機関1の始動要求が発生したか否かを判別する。

【0090】

前記S901において内燃機関1の始動要求が発生していないと判定された場合は、ECU12は、本ルーチンの実行を終了する。

【0091】

一方、前記S901において内燃機関1の始動要求が発生していると判定された場合は、ECU12は、S902へ進む。

【0092】

S902では、ECU12は、バックアップRAMから機関停止時クランク角度：Pcaを読み出す。

【0093】

S903では、ECU12は、前記S902において読み出された機関停止時クランク角度:Pcaに基づいて逆転時膨張行程気筒2と逆転時吸気行程気筒2を判別する。

【0094】

S904では、ECU12は、モータジェネレータ100を逆回転させることによりクランクシャフト10を逆回転させる。

【0095】

S905では、ECU12は、排気弁4の閉弁時期を吸気行程上死点前に進角させ、且つ、吸気弁3の開弁時期を最遅角させるべく可変動弁機構16を制御する。

【0096】

S906では、ECU12は、逆転時膨張行程気筒2と逆転時吸気行程気筒2の燃料噴射弁6を作動させる。

【0097】

S907では、ECU12は、前記S902で読み込まれた機関停止時クランク角度:Pcaとクランクポジションセンサ9の出力信号とに基づいて現時点におけるクランク角度を演算する。

【0098】

S908では、ECU12は、前記S907において算出されたクランク角度が所定角度に達しているか否かを判別する。ここで、前記した所定角度は、逆転時共通上死点の直前を示すクランク角度であり、例えば、逆転時共通上死点前10°～20°（クランクシャフト10が正回転しているときの逆転時共通上死点後10°～20°に相当する角度）に設定される。

【0099】

前記S908において現時点のクランク角度が所定角度に達していないと判定された場合は、ECU12は、前記したS907～S908の処理を再度実行することになる。

【0100】

一方、前記S908において現時点のクランク角度が所定角度に達していると

判定された場合は、ECU12は、S909へ進み、逆転時膨張行程気筒2と逆転時吸気行程気筒2の点火栓5を作動させる。

【0101】

続いて、ECU12は、S910においてモータジェネレータ100の回転方向を逆回転方向から正回転方向へ切り換えることにより、クランクシャフト10の回転を逆回転から正回転へ移行させる。

【0102】

S911では、ECU12は、吸気弁3及び排気弁4の開閉時期を通常の開閉時期に戻すべく可変動弁機構16を制御する。

【0103】

S912では、ECU12は、通常の始動処理を開始する。

【0104】

このようにECU12が始動制御ルーチンを実行することにより、内燃機関1の始動時には、クランクシャフト10が一旦逆回転させられた後に正回転させられるとともに逆転時膨張行程気筒2及び逆転時吸気行程気筒2において燃料が燃焼することになるため、逆転時膨張行程気筒2内及び逆転時吸気行程気筒2内のガス圧縮力と燃焼圧力とがクランクシャフト10を正回転させるよう作用することとなる。

【0105】

この結果、モータジェネレータ100がクランクシャフト10を正回転させる際に必要となるトルクが低減され、モータジェネレータ100の定格を大きくすることなく内燃機関1を短時間で確実に始動させることが可能となる。

【0106】

尚、本実施の形態では、吸気弁3及び排気弁4の開閉時期を変更可能とする可変動弁機構16によって吸気行程の一部の期間で吸気弁3及び排気弁4を閉弁させる例について述べたが、吸気弁3及び排気弁4の開弁動作を休止可能な動弁機構を備えた内燃機関1では吸気行程の全ての期間で吸気弁3及び排気弁4を閉弁させるようにしてもよい。

【0107】

## 【発明の効果】

本発明は、内燃機関の始動時に機関出力軸を一旦逆回転させた後に正回転によるクラン킹を開始する内燃機関の始動制御装置において、機関出力軸が逆回転するときに膨張行程となる気筒で燃料を燃焼させることにより、ガス圧縮力と燃焼圧力とを利用してクランキングを行うことができるため、電動機がクランキングを行う際に必要となるトルクが低減され、以て電動機の定格及び消費電力を増大させることなく内燃機関を始動させることが可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 第1の実施の形態における内燃機関の概略構成を示す図

【図2】 クランク角度と各気筒の行程との関係を示す図(1)

【図3】 1番気筒が逆転時膨張行程気筒であるときのクランク角度と行程との関係を示す図

【図4】 第1の実施の形態における始動制御ルーチンを示すフローチャート図

【図5】 第2の実施の形態における内燃機関の概略構成を示す図

【図6】 クランク角度と各気筒の行程との関係を示す図(2)

【図7】 1番気筒が逆転時膨張行程気筒であり且つ4番気筒が逆転時吸気行程気筒であるときのクランク角度と行程との関係を示す図

【図8】 クランクシャフトを逆回転させるとときの吸気弁及び排気弁の開閉タイミングを示す図

【図9】 第1の実施の形態における始動制御ルーチンを示すフローチャート図

## 【符号の説明】

1 . . . . 内燃機関

2 . . . . 気筒

3 . . . . 吸気弁

4 . . . . 排気弁

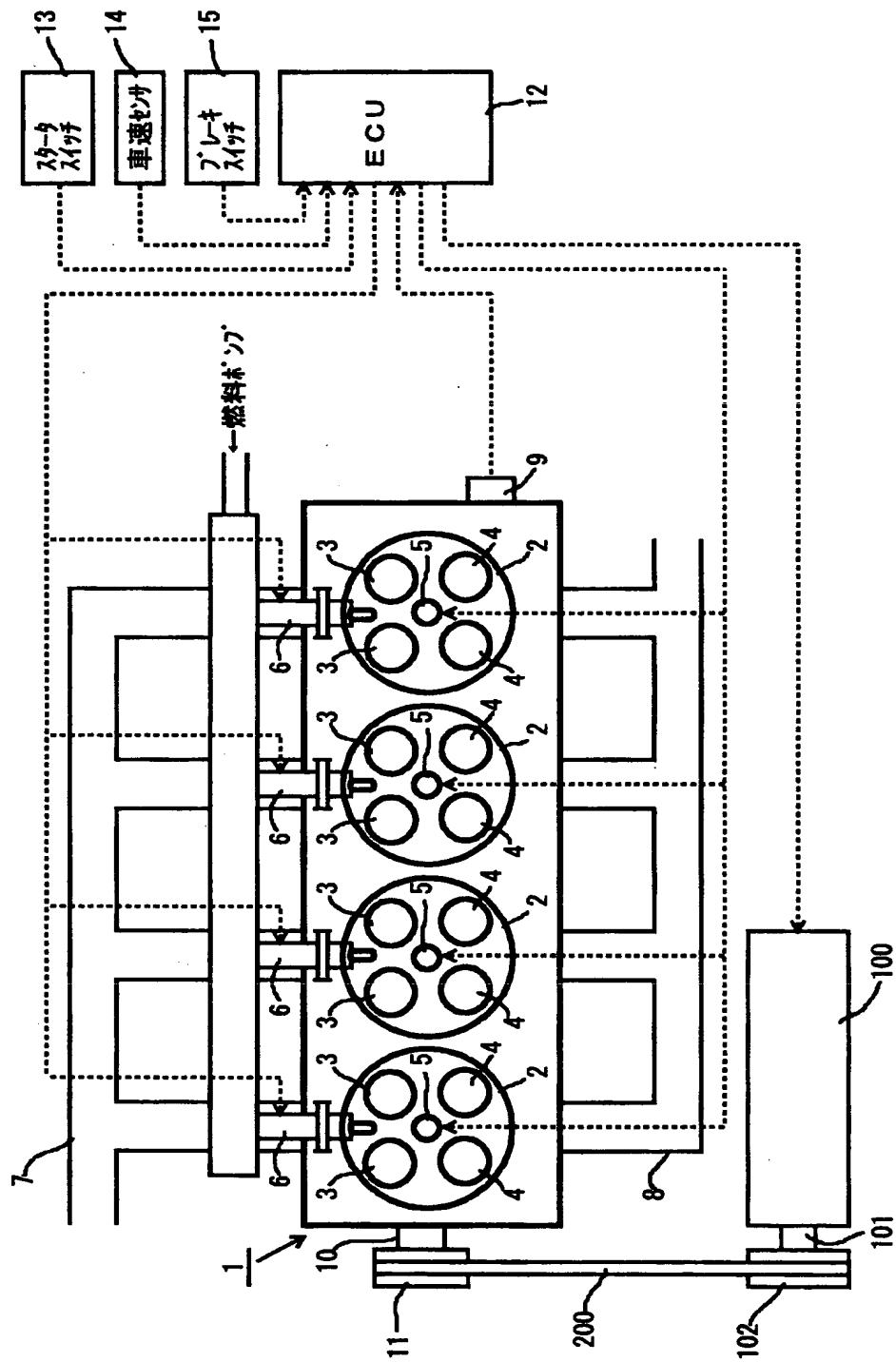
1 2 . . . ECU

1 0 0 . . . モータジェネレータ

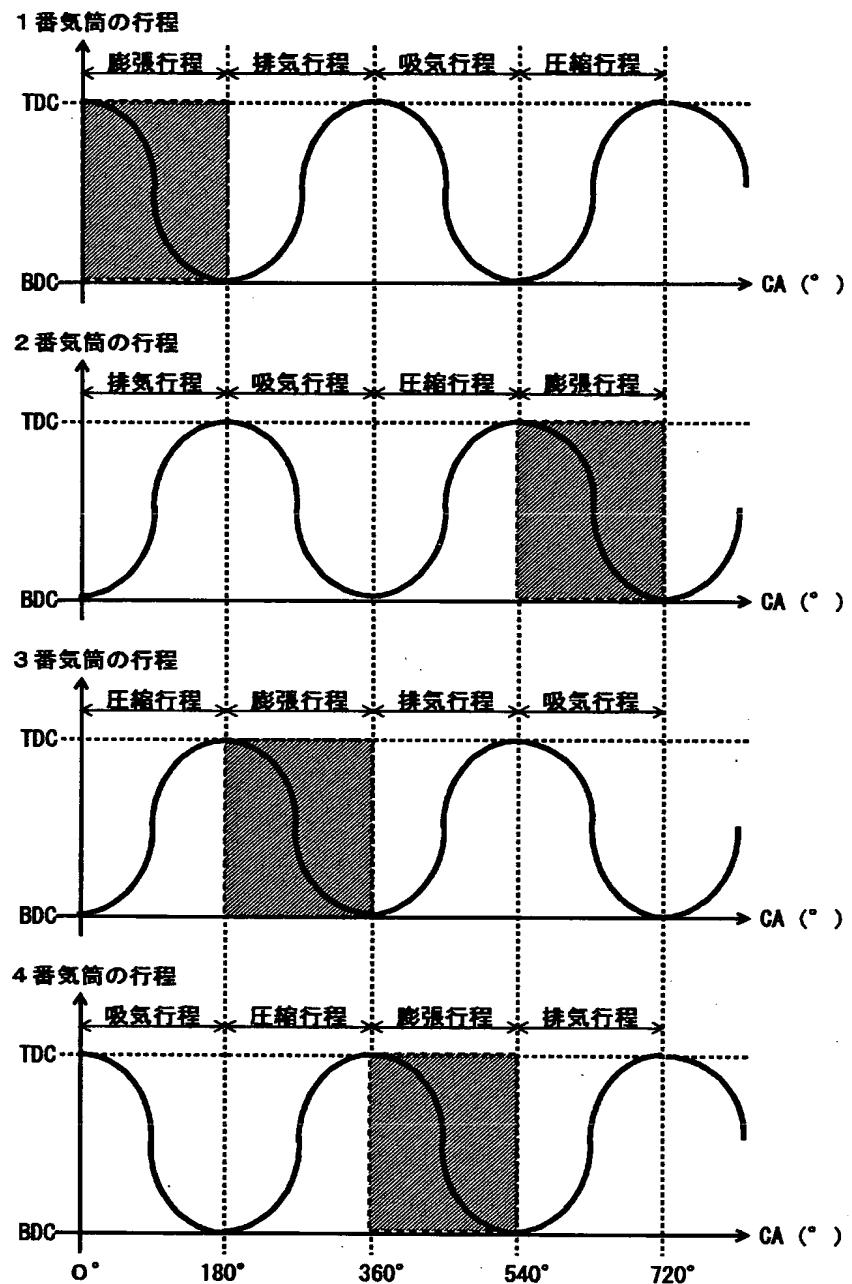
【書類名】

図面

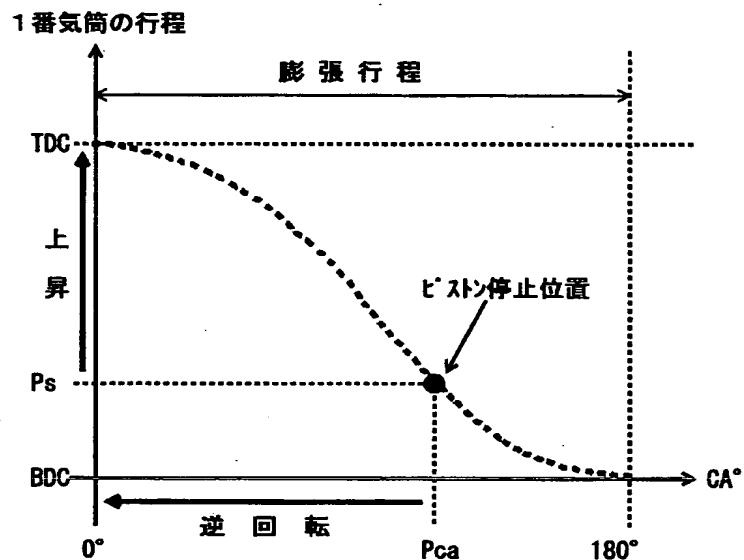
【図1】



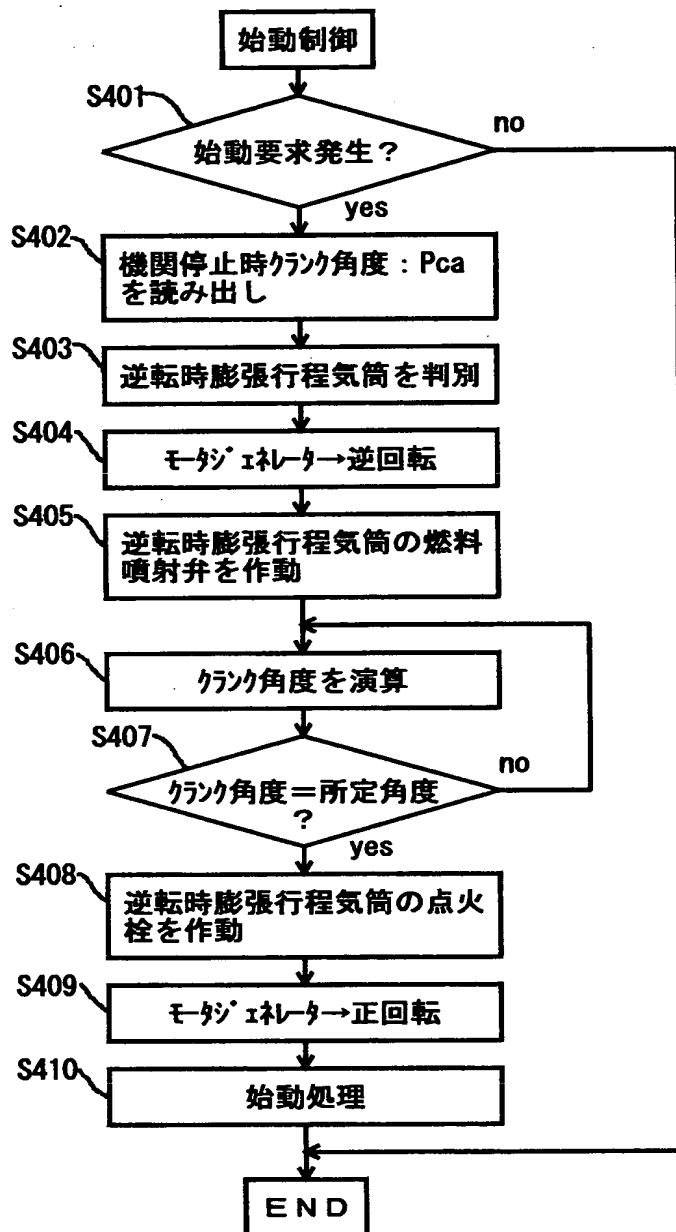
【図2】



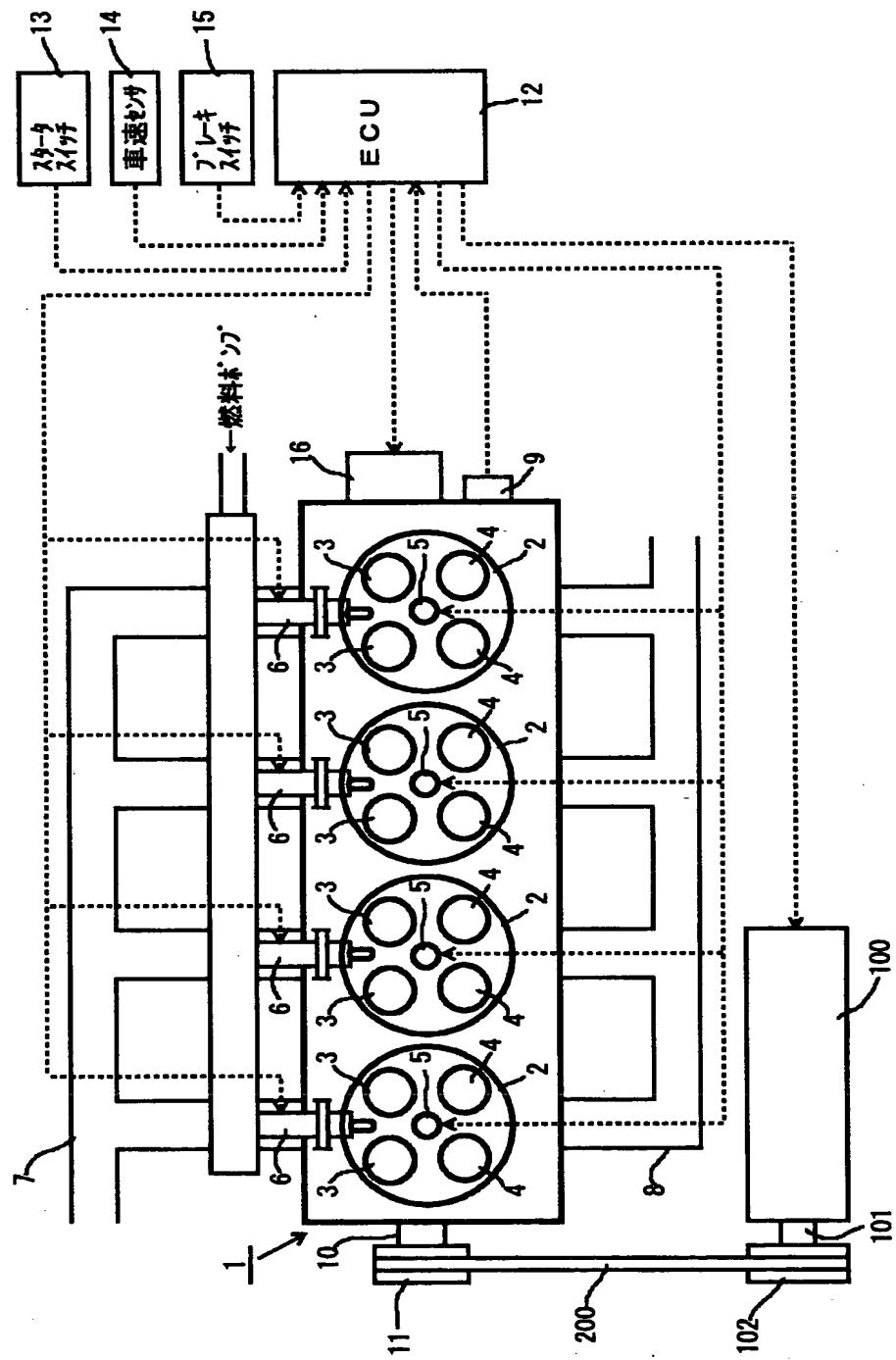
【図3】



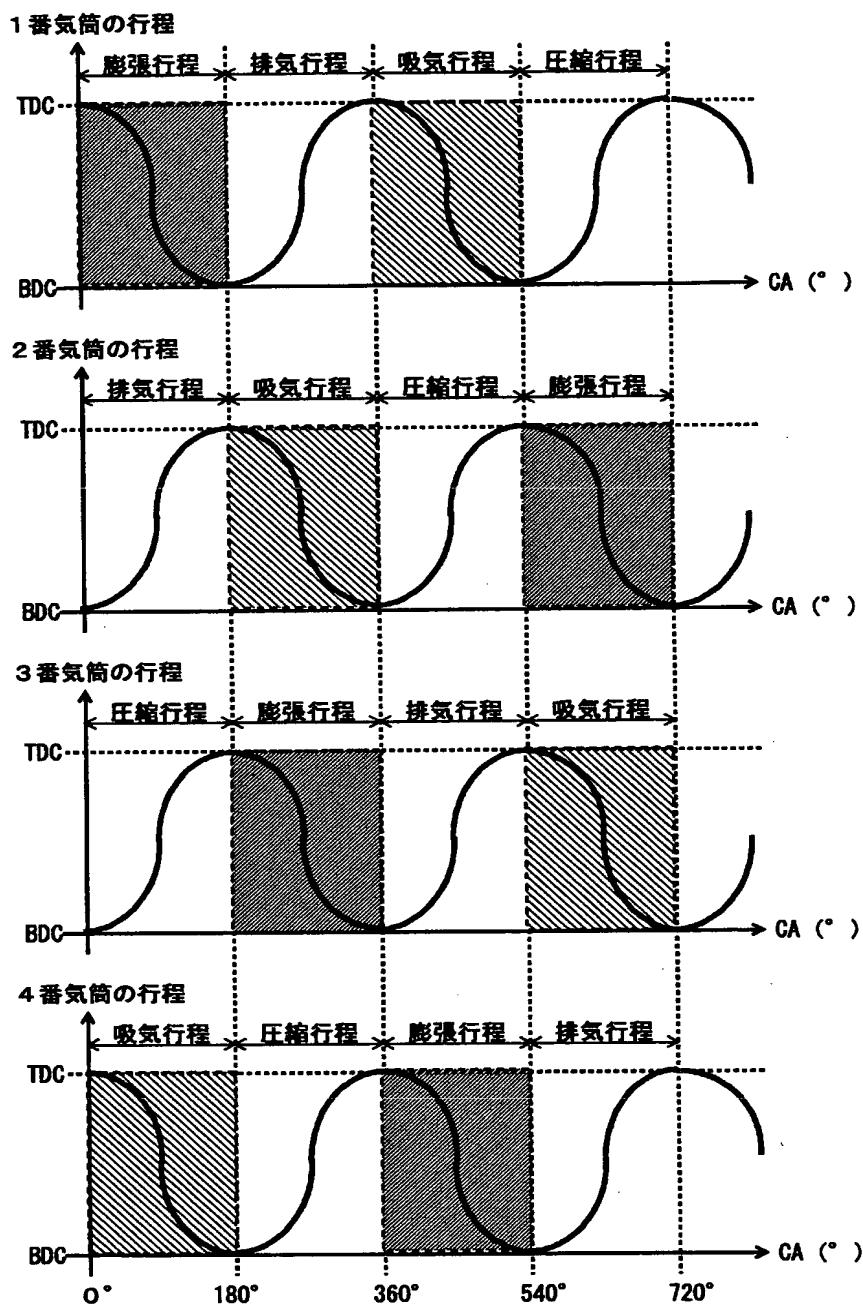
【図4】



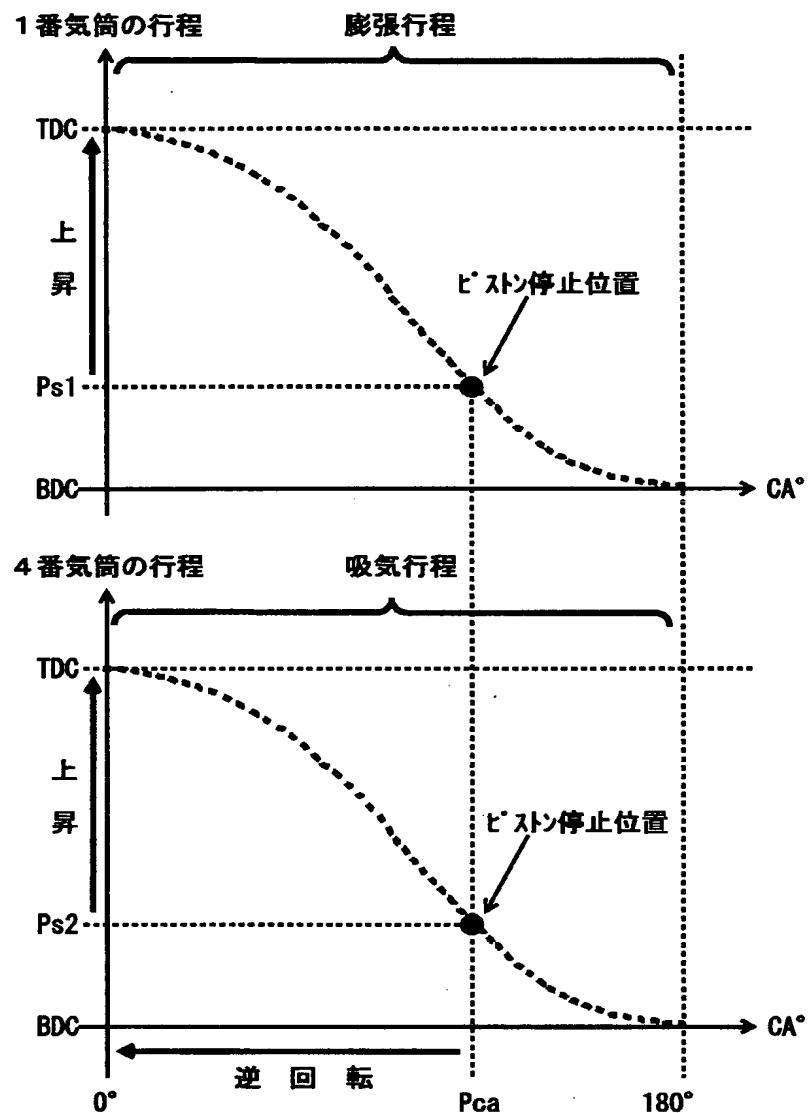
【図5】



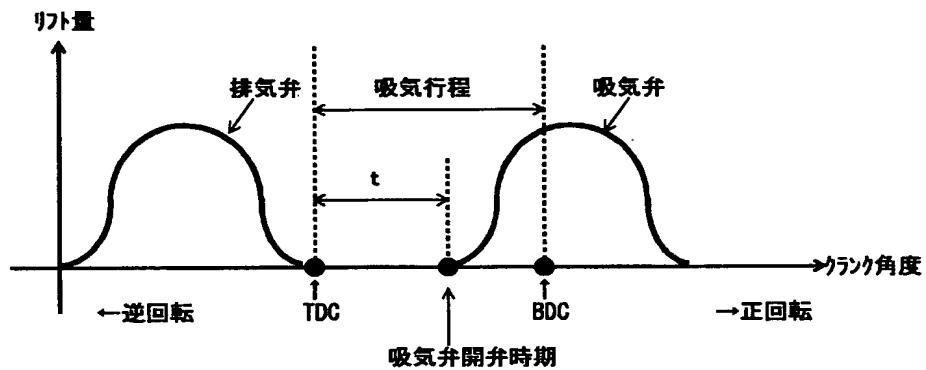
【図6】



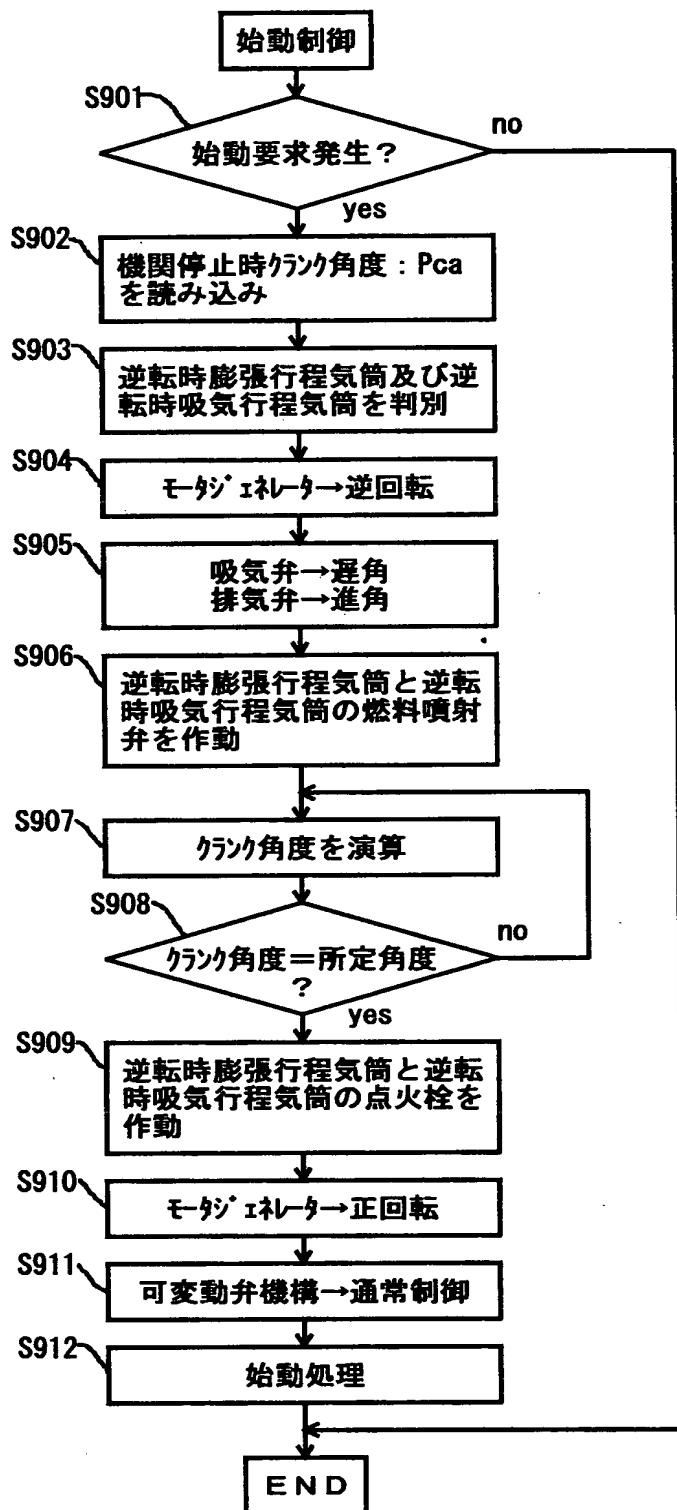
【図7】



【図8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、内燃機関の始動時における電動機の負荷を効果的に低減することができる技術を提供することを課題とする。

【解決手段】 本発明は、内燃機関の始動時に機関出力軸を所定角度逆回転させた後に正回転によるクラン킹を開始する内燃機関の始動制御装置において、機関出力軸が逆回転するときに膨張行程となる気筒で燃料を燃焼させ、その際に発生する燃焼圧力をクランキングに利用することにより、電動機に係る負荷を低減することを特徴としている。

【選択図】 図4

出願人履歴情報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
氏 名 トヨタ自動車株式会社